

УДК 685.3

**АНАЛІЗ СИСТЕМ СУМІЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ
РОЗКРІЙНИХ СХЕМ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ**

О.О. ХОМЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

У роботі представлено порівняння ефективності прямокутної та косокутної решітчастих укладок деталей взуття. Наведено рекомендації щодо шляхів підвищення відсотку використання матеріалу в розкрійних схемах.

Багатошарові настили розкроюють на деталі верху взуття за прямолінійно-поступальною системою суміщення деталей. При цьому деталі можна укласти під непряим і прямим кутами [1]. Доцільно порівняти ефективність використання косокутної розкладки (КР) та прямокутної розкладки (ПР) деталей взуття з урахуванням технологічних умов та обмежень побудови схем розкрою рулонних матеріалів.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктами дослідження є прямокутні та косокутні розкладки деталей складної конфігурації. Методами дослідження є методи аналітичної геометрії, обчислювальної математики та автоматизації технологічної підготовки взуттєвого виробництва.

Постановка завдання

Виконати порівняння ефективності використання прямокутних та косокутних розкладок за критерієм відсотку використання матеріалу та дати рекомендації щодо підвищення відсотку використання схем розкрою.

Результати та їх обговорення





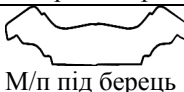




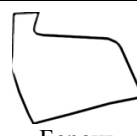




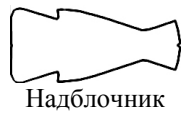

Для перевірки припущення про те, що прямокутна розкладка (ПР) однойменних деталей може мати вищий відсоток використання матеріалу ніж косокутна розкладка (КР), було проведено дослідження, яке полягає у наступному. Для різнойменних деталей взуття, переважно складної форми, виконувалась автоматична побудова косокутних та прямокутних розкладок. Для побудови КР був застосований найбільш відомий математичний апарат – годограф вектор функції щільного розміщення, призначений для визначення щільних решіток однойменних деталей [2], який, як правило, для деталей складної форми, будує КР. Прямокутні розкладки будувались методом, що базується на використанні лінійних ефектів від суміщення деталей, запропонованим автором [3-5]. Дослідження проводилося для п'яти фіксованих значень ширини матеріалу та п'яти міжшаблонних містків величиною від 1 мм до 5 мм.

Для порівняння відсотків використання матеріалу у ПР та КР було побудовано відповідні розкладки для кожної з 16 найбільш типових деталей взуття для діапазону міжшаблонних містків від 1 мм до 5 мм для кожного з п'яти значень ширини матеріалу. Загальне число дослідів становить 80, у кожному з них побудовано ПР та КР деталей. Нехай $Pn(i)$, $Pk(i)$ – відсоток використання матеріалу відповідно у ПР, КР, де $i \in [1, 5]$ та відповідає номеру міжшаблонного містка. Тоді $\bar{\eta}$ – різниця середніх значень показників відсотків використання матеріалу для кожної його ширини прямокутної та

косокутної розкладок визначається за формулою
$$\bar{\eta} = \sum_{i=1}^5 (Pn(i)/5 - \sum_{i=1}^5 Pk(i)/5)$$
. Результати

розрахунків наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Порівняння показників $\bar{\eta}$ для найбільш типових деталей для різних ширин матеріалу

| Деталь | $\bar{\eta}$, % | | | | | Деталь | $\bar{\eta}$, % | | | | |
|---|-------------------------|-------|-------|-------|-------|---|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | для ширин матеріалу (м) | | | | | | для ширин матеріалу (м) | | | | |
| | 0,65 | 0,85 | 1 | 1,2 | 1,5 | | 0,65 | 0,85 | 1 | 1,2 | 1,5 |
|  М/п під союзку | 0,99 | 3,34 | 3,12 | 5,08 | 2,83 |  Підносок | 2,88 | 0,97 | -0,03 | 4,44 | 5,21 |
|  Амортизатор | 1,26 | 4,58 | 8,16 | 5,77 | 7,10 |  Вкл. напівустілка | -1,05 | -0,57 | 1,51 | 11,17 | 10,63 |
|  М/п під берець | -2,62 | 1,59 | 3,32 | 1,36 | -1,28 |  Кишеня | 2,09 | 6,05 | 8,04 | 10,40 | 12,17 |
|  Союзка1 | 8,76 | 4,61 | 7,71 | 8,08 | 2,66 |  Підкладка | -7,46 | 2,40 | 2,99 | 1,37 | -0,15 |
|  Підкладка1 | 1,63 | 6,02 | -6,65 | 3,56 | 6,14 |  Берець | 0,87 | 5,55 | 0,10 | 0,98 | 6,40 |
|  Накладка | 10,10 | 12,15 | 14,60 | 14,67 | 24,24 |  Напівсоюзка | 10,49 | 4,78 | 9,58 | 11,38 | 13,23 |
|  Напівсоюзка1 | 8,77 | 2,24 | 4,51 | 7,04 | 3,32 |  Берець1 | -0,96 | 2,33 | 2,85 | 3,78 | 3,35 |
|  Надблочник | 11,63 | 9,56 | 6,97 | 3,41 | 4,60 |  Союзка2 | 2,27 | 0,49 | 1,06 | 7,42 | 4,76 |

Як видно з табл.1, лише у восьми дослідах із 80 проведених у ході дослідження, показник $\bar{\eta}$ приймає від'ємне значення в межах від -0,03 % до -3,46 %, у той же час додатні значення показника $\bar{\eta}$ отримані у 90 % дослідів і коливаються в межах від 0,10 % до 24,24 %. Це свідчить про те, що для розглянутих деталей прямокутні розкладки мають, переважно, вищий відсоток використання матеріалу, ніж косокутні за однакових вихідних умов.

На рис.1 приведені приклади прямокутних та косокутних розкладок для декількох видів деталей.

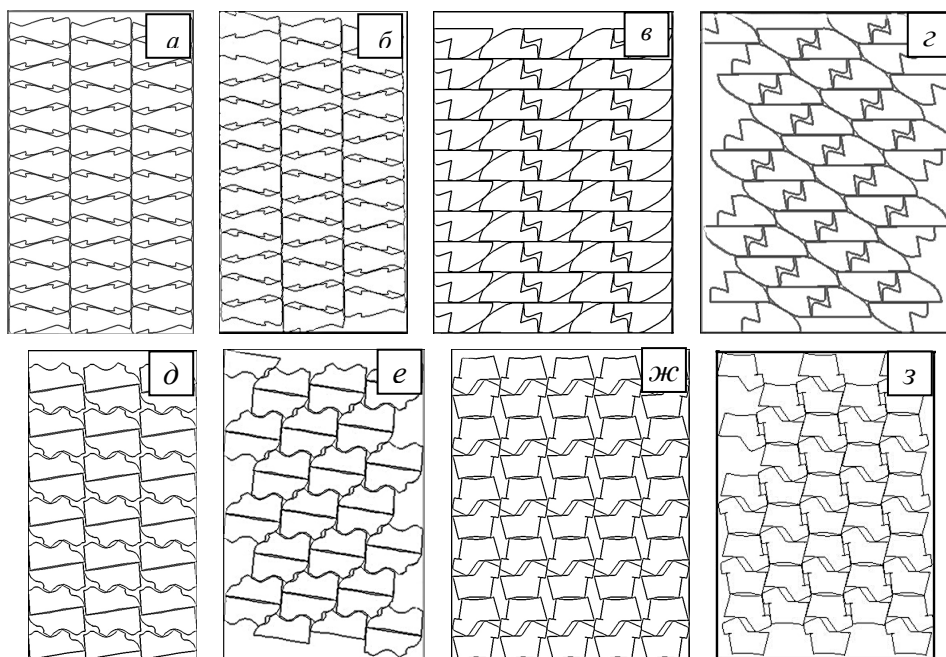


Рис. 1. Приклади розміщення деталей: надблочник, напівсоюзка, кишеня та берець №1 у
ПР (фрагменти а, в, д, ж) і КР (фрагменти б, г, е, з)

З метою порівняння розкрійних схем з ПР та КР за відсотками використання матеріалу та кількістю невикладених автоматично деталей було побудовано схеми розкрою союзики2 п'яти розмірів ростовки, сформовані із секцій з одного розміру деталі на основі ПР та КР із міжшаблонними мітками від 1 мм до 5 мм для п'яти значень ширини матеріалу. Для схем розкрою побудованих на основі ПР та КР визначені відсотки використання матеріалу $P_n(i)$ та $P_k(i)$, відповідно, де $i \in [1, 5]$, які наведено на рис.2., а на рис. 3 наведено відносну кількість невикладених автоматично деталей θ_n та θ_k для тих же схем.

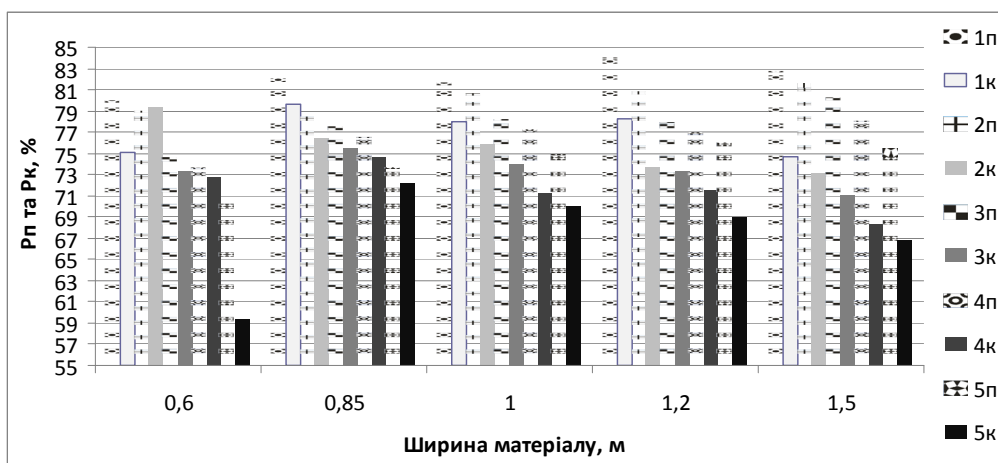


Рис. 2. Відсотки використання матеріалу в залежності від кількості шарів і ширини матеріалу для
розкрійних схем деталей «союзики 2» п'яти розмірів ростовки, побудованих на основі ПР та КР

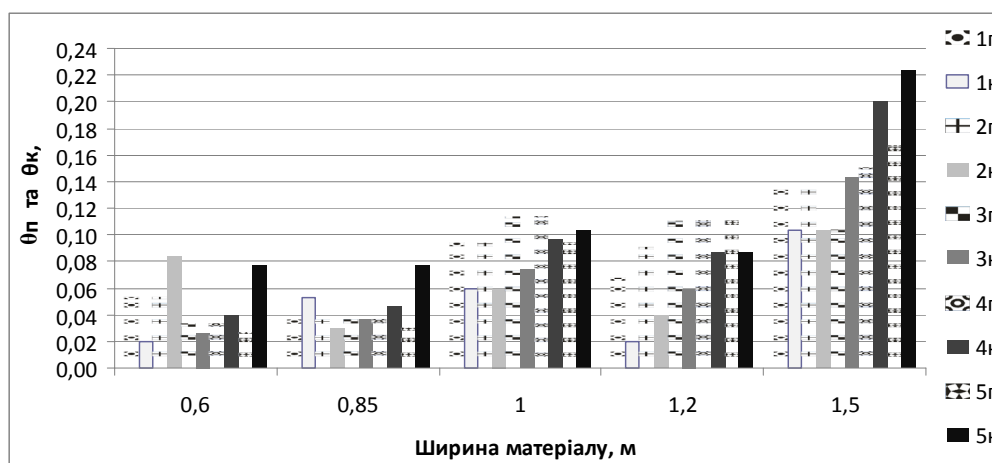


Рис.3 Відносна кількість деталей «союзок 2» п'яти розмірів ростовки нескладених автоматично у розкрійні схеми, побудовані на основі ПР та КР

Середні значення для $P_n(i)$ та $P_k(i)$, а також їх різниці, наведені у таблиці 2, з якої видно, що відсоток використання матеріалу для схем, побудованих на основі ПР, перевищує цей показник для КР на величину, яка лежить у межах від 1,85 % до 8,75 %. А різниця відносної кількості автоматично нескладених деталей приймає значення в межах від -0,01 до 0,02, тобто, значення цього показника для ПР та КР близькі.

У ході дослідження було виявлено, що при суміщенні секцій, побудованих на основі КР, утворюються значні крайові та міжсекційні незаповнені деталями ділянки матеріалу. Для перевірки припущення про те, що заповнення цих ділянок дозволить значно підвищити величину P_k , було проведено їх інтерактивне заповнення деталями, що не були вкладені в схему автоматично. Показники розкрійних схем з ПР та КР після інтерактивного коригування наведені у таблиці 2, де

$$\bar{P}_n = (\sum_{i=1}^5 P_n(i)) / 5, \quad \bar{P}_k = (\sum_{i=1}^5 P_k(i)) / 5, \quad \bar{\eta} = \bar{P}_n - \bar{P}_k, \quad \bar{K}_k = (\sum_{i=1}^5 K_k(i)) / 5, \quad \bar{K}_n = (\sum_{i=1}^5 K_n(i)) / 5,$$

$i \in [1, 5]$ – відповідно до кількості значень міжшаблонних містків, $\Delta = \bar{K}_k - \bar{K}_n$, де K_k , K_n – сумарна кількість деталей всіх розмірів, нескладених автоматично в КР та ПР.

Таблиця 2. Порівняння середніх значень відсотків використання матеріалу \bar{P}_n з \bar{P}_k та кількості нескладених деталей \bar{K}_n з \bar{K}_k для розкрійної схеми з ПР та схеми з КР

| | | ширини матеріалу (м) | | | | | | ширини матеріалу (м) | | | | |
|--------------------------|------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------------|------|------|-------|------|
| | | 0,65 | 0,85 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | | 0,65 | 0,85 | 1,0 | 1,2 | 1,5 |
| Автоматич на побудова | $\bar{P}_n, \%$ | 75,44 | 77,56 | 78,46 | 79,06 | 79,54 | \bar{K}_n | 0,04 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,14 |
| | $\bar{P}_k, \%$ | 71,98 | 75,71 | 73,84 | 73,18 | 70,79 | \bar{K}_k | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,06 | 0,15 |
| | $\bar{\eta}, \%$ | 3,46 | 1,85 | 4,62 | 5,88 | 8,75 | Δ | 0,01 | 0,02 | 0 | -0,01 | 0,01 |
| Інтерактив не | $\bar{P}_n, \%$ | 77,42 | 77,86 | 78,32 | 78,45 | 79,76 | \bar{K}_n | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | $\bar{P}_k, \%$ | 73,31 | 76,46 | 75,45 | 74,66 | 72,41 | \bar{K}_k | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | $\bar{\eta}, \%$ | 4,11 | 1,4 | 2,87 | 3,79 | 7,35 | Δ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

З табл. 2 видно, що інтерактивне коригування дозволило покращити величину $\bar{P}k$ в середньому на 2% для схем з КР, але досягнути величини $\bar{P}n$ все ж не вдалося.

Проведені дослідження, а також аналіз технологічних особливостей процесу побудови схем розкрою рулонних матеріалів на деталі взуття, дозволили сформулювати наступні аргументи на користь використання прямокутної системи розкрою:

1. Косокутна розкладка найчастіше забезпечує щільніше суміщення деталей, але викликає утворення значних крайових відходів, які знижують загальний відсоток використання матеріалу схеми розкрою. Особливо великі крайові відходи виникають при малій ширині матеріалу і великих лінійних розмірах або великій площі деталей. В цьому випадку краще будувати ПР деталей. Під непрямым кутом доцільно суміщувати деталі малих лінійних розмірів або невеликої площі [1];

2. Схема суміщення деталей з використанням ПР є найбільш просто відтворюваною при розкрої вручну і на пресах, оскільки ряди і стовпці деталей суворо паралельні краям матеріалу, отже легко витримувати кут нахилу деталі (0 або 180);

3. Показник укладуваності, отриманий для ПР є більш показовим для аналізу в лабораторних умовах, ніж той, що отримано для КР, оскільки відомо, що при високому показнику укладуваності реальна косокутна розкрійна схема може мати значно менший відсоток використання матеріалу через появу крайових відходів. А прямокутна схема згаданих відходів не має завдяки тому, що її повздовжні і поперечні ряди направлені суворо паралельно до країв матеріалу;

4. Прямокутна розкладка деталей повністю відповідає вимогам до систем розкрою, а саме, дозволяє враховувати видовження рулонних матеріалів у повздовжньому і поперечному напрямках, оскільки характеризується суворою орієнтацією деталей відносно країв матеріалу. КР, отримана за допомогою годографа вектор функції щільного суміщення, може мати технологічно недопустимий кут орієнтації деталей при комбінуванні деталей двох видів у розкладці;

5. Краєві незаповнені ділянки матеріалу, отримані при використанні ПР мають прямокутну форму. Це дозволяє заповнювати їх з використанням системного розміщення деталей, що дає можливість для автоматизації. В той же час при використанні КР в більшості випадків може бути застосоване лише несистемне розміщення деталей;

6. Під час комбінування декількох видів деталей за шириною матеріалу, суміщення різноименних деталей ПР в більшості випадків є щільнішим, ніж суміщення в КР. Це пояснюється тим, що прямокутні розкладки різноименних деталей завжди розташовані під однаковим кутом одна до одної;

7. За умов приблизно однакової кількості деталей не вкладених автоматично, секції з ПР деталей мають переважно вищий відсоток використання матеріалу, ніж секції з КР.

Проведене дослідження дозволило сформулювати наступні рекомендації:

1. Оцінюючи використання матеріалу в КР необхідно орієнтуватися не на показник укладуваності, а на відсоток використання матеріалу секції в цілому.

2. Будуючи розкрійні схеми надавати пріоритет секціям, побудованим з використанням ПР.

3. У тих випадках, коли відсоток використання матеріалу в секції для КР є вищим, за той же показник для ПР— додавати цю секцію до розкрійної схеми, оскільки розкрійні схеми, що комбінують в собі ПР та КР мають вищий відсоток використання матеріалу, ніж схеми, побудовані з використанням лише однієї з них (рис. 4).

На рис. 4.а представлена схема розкрою, побудована з використанням лише КР ($P_k=76,4\%$), а на рис. 4.б – із використанням ПР ($P_p=78,4\%$) для всіх видів деталей крім двох, для яких раціональнішим виявилося суміщення зі зсувом повздовжніх рядів. Різниця відсотків використання матеріалу для цих схем розкрою складає 2 % на користь ПР.

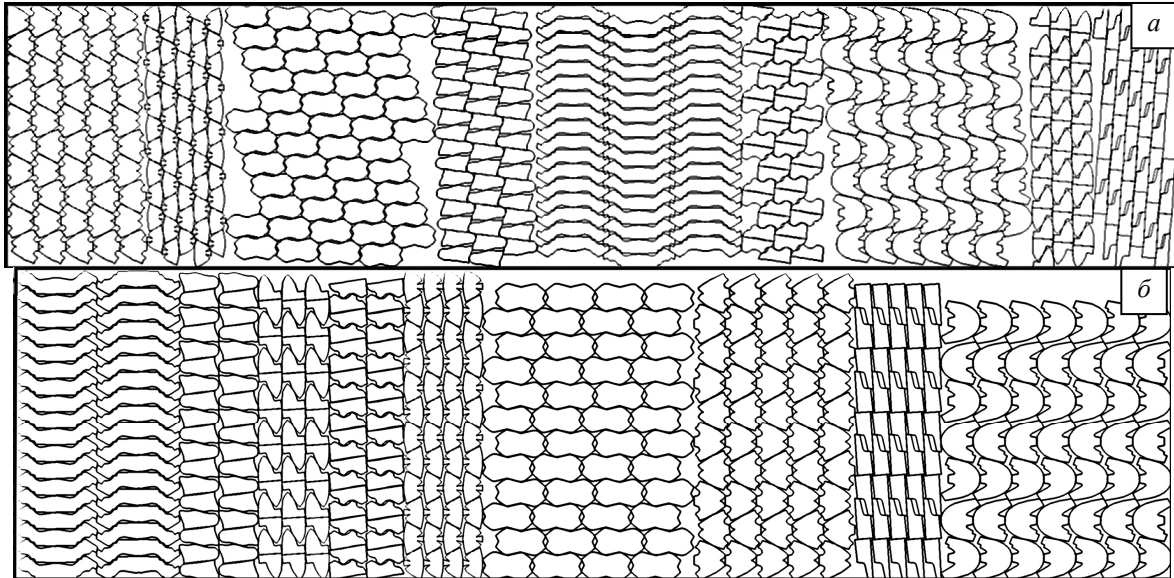


Рис.4. Схеми розкрою побудовані на основі:

а– косокутних розкладок, б– комбінованих прямокутно-косокутних розкладок

Висновки

Порівняльний аналіз прямокутних та косокутних розкладок виявив, що ПР в більшості випадків мають вищий відсоток використання матеріалу, ніж КР. Також дослідження показало, що комбінування у розкрійній схемі секцій, побудованих з використанням ПР та КР, дозволяє отримати вищий відсоток використання матеріалу, ніж у схем, побудованих лише з використанням однієї з них.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зыбин Ю. П. Конструирование изделий из кожи / Ю. П. Зыбин. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 270 с.
2. Платонова О.О. Проектування комбінованих схем розкрою рулонних матеріалів на деталі взуття: Авт. дис. к-та техн.наук. – К.: 2003. – 24 с.
3. Чупринка В.І., Хоменко О.О., Свістунова Л.Т. Алгоритм побудови щільного суміщення однойменних деталей взуття // Вісник КНУТД. 2009–№1.–с. 41–46
4. Чупринка В.І., Хоменко О.О., Свістунова Л.Т. Автоматизоване проектування розкладок за схемами з прямокутним суміщенням деталей та зі зсувом рядів // Вісник ХНУ.– 2009.–№5.–с. 201–206.
5. Чупринка В.И., Хоменко Е.А., Свистунова Л.Т. Алгоритм автоматизированного построения плотных совмещений разноименных деталей в секции // Междунар. Сб. науч. трудов Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса.-Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2009.–с. 76–78

Надійшла 17.07.2010